不同比例白酒糟对育肥山羊生产性能、血清指标及瘤胃发酵的影响

纪　宇　王若丞　王　锋　聂海涛　马铁伟　孙玲伟　王子玉*

（1.江苏省肉羊产业工程技术研究中心，南京 210095；2.南京农业大学海门山羊研发中心，海门 226121）

摘　要：本试验采用不同添加比例的白酒糟等量替换豆秸，以确定山羊育肥期饲粮中白酒糟的适宜添加比例。选用年龄（4 月龄）、体重[（21.56±1.21） kg]相近的公山羊 32 只，随机分为 4 组，每组 8 只，用白酒糟分别替代全混合日粮中 0（对照）、8%、15%、25%的豆秸。育肥 90 d 后屠宰，测定山羊生长性能、血清指标、屠宰性能、胴体品质及瘤胃发酵的影响。结果表明：15%组山羊的平均净增重、平均日增重最高，料重比最低，经济效益最佳，并且与对照组差异显著（P<0.05）。8%、15%组的血清胆固醇含量均显著高于对照组和 25%组（P<0.05）。15%组的血清生长激素、胰岛素样生长因子I、胰岛素、甲状腺素含量均显著高于对照组和 25%组（P<0.05）。15%组的胴体重、睾丸重、肺脏重、肝脏重、瓣胃重、皱胃重显著高于对照组和 25%组（P<0.05）。各组间肌肉 pH、$pH_{24\ h}$、失水率、熟肉率、瘤胃重和瘤胃液 pH 均无显著差异（P>0.05）。15%、25%组的瘤胃液氨态氮浓度无显著差异（P>0.05），但均显著高于对照组（P<0.05）。由此得出，山羊育肥期饲粮白酒糟的最适添加比例为 15%。

关键词：山羊；白酒糟；生产性能；血清指标；瘤胃发酵

中图分类号：S826

白酒糟在反刍动物上的饲料化利用潜力巨大，但其适宜添加比例尚待研究。我国白酒糟的年产量约为 3 000 万 t[1]，价格低廉、来源广泛、营养价值高，但利用率较低，如果不能合理处理，不仅浪费了宝贵的资源，还会对周边环境造成严重的污染。农区山羊多以舍

收稿日期：2015-12-22

基金项目：公益性行业（农业）科研专项（201303143-06）；江苏省农业三新工程（SXGC[2014]306）；国家现代肉羊产业技术体系（CARS-39）

作者简介：纪　宇（1991—），男，安徽滁州人，硕士研究生，研究方向为羊生产学。E-mail: 935756311@qq.com

*通信作者:王子玉，讲师，E-mail: wangziyu@njau.edu.cn

饲为主，饲料资源短缺。因此，白酒糟的饲料化应用，不但能充分利用其饲用价值，缓解我国饲料资源紧张，更是发展循环经济、变废为宝、减少环境污染的重要手段。但是由于白酒糟粗纤维含量较高、易引起动物酸中毒，所以在畜禽饲粮中实际的添加比例较低[2]。目前，白酒糟在山羊饲粮中的适宜添加比例鲜为报道。本试验旨在研究不同添加比例的白酒糟对山羊生长性能、血清指标、屠宰性能、胴体品质及瘤胃发酵的影响，以确定适宜添加比例，为白酒糟在肉羊生产中的应用提供参考。

1　材料与方法

1.1　试验动物与饲粮

选择 32 只年龄（4 月龄）、体重[（21.56 ± 1.21） kg]接近，体况良好的波尔山羊×海门山羊杂交公羔为试验动物。采用单因素试验设计，将试验羊随机分为 4 组，每组 8 只。参照 NRC（2007）中推荐的 20 kg、平均日增重（ADG）为 200 g/d 的育肥羊营养需要量配制全混合日粮（total mixed ration,TMR），采用宿迁某酒厂脱除稻壳后的酒糟，烘干后白酒糟实测其营养水平（干物质基础）为：总能（gross energy,GE）19.52 MJ/kg，粗蛋白质（CP）22.56%，粗脂肪（EE）6.29%，中性洗涤纤维（neutral detergent fiber,NDF）60.83%，酸性洗涤纤维（acid detergent fiber,ADF）38.12%。其中，白酒糟的代谢能和可消化粗蛋白质的推算（玉米、麦麸、豆粕、豆秸所用消化能和可消化粗蛋白参照中国羊常用饲料成分及营养价值表）：饲粮代谢能（MJ/kg）$=0.82\times\sum a\times b$[$a$ 为饲粮中所用原料羊的消化能（MJ/kg）；b 为 a 在饲粮干物质中所占的比例]；饲粮可消化粗蛋白质(g/kg)$=\sum c\times b$（c 为饲粮中所用原料羊的可消化粗蛋白之（g/kg）；b 为 c 在饲粮干物质中所占的比例）。试验饲粮组成及营养水平见表 1。试验饲粮是添加了白酒糟等量替代豆秸，添加比例为 0（对照）、8%、15%、25%，精粗比为 60:40。试验饲粮成本依次为 2.16、2.12、2.08、2.03 元/kg。

表 1　试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	白酒糟添加比例 Distillers' grains supplemental proportion/%			
	0	8	15	25
原料 Ingredients				
玉米 Corn	36.00	37.00	39.00	43.00
麦麸 Wheat bran	4.70	5.00	5.00	4.00
白酒糟 Distillers' grains		8.00	15.00	25.00

豆粕 Soybean meal	14.30	12.00	10.00	7.00
豆秸 Soy straw	40.00	32.00	25.00	15.00
碳酸氢钠 $NaHCO_3$	0.00	1.00	1.00	1.00
食盐 NaCl	0.50	0.50	0.50	0.50
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.50	1.50	1.50	1.50
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]				
消化能 DE/(MJ/kg)	8.43	8.30	8.28	8.27
粗蛋白质 CP	15.85	15.78	15.74	15.46
中性洗涤纤维 NDF	34.57	33.71	32.94	31.56

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets：Cu (as copper sulfate) 15 mg，Fe (as ferrous sulfate) 56 mg，Mn (as manganese sulfate) 30 mg，Zn (as zinc sulfate) 40 mg，I (as potassium iodide) 1.50 mg，Se (as sodium selenite) 0.20 mg，VA 2 150 IU，VD 170 IU，VE 13 IU，混合益生菌 probiotics mixture (2.0×10^{10} CFU/g) 2.7 g，2%莫能霉素 2% monensin 1.6 g，硫酸钠 sodium sulfate 10.1 g。

[2)]营养水平均为实测值。Nutrient levels were measured values.

1.2 试验方法与样品采集

1.2.1 饲养管理

本试验在江苏省金盛山羊繁育技术发展有限公司进行，预饲 20 d 后进入正试期，正试期为 70 d。每天 08：00、11：00、14：00 和 17：00 饲喂，饲喂量根据前 1 天羊只的进食量进行调整，确保饲槽内有 10 %左右的剩料，并记录剩料量，自由饮水。

1.2.2 血清的采集

试验最后 1 天每组随机选择 6 只山羊，于 08：00 空腹颈静脉抽血 10 mL，静置 15 min，4 280 g/min 离心 10 min，分离血清，-20 ℃保存。

1.2.3 瘤胃液的采集

山羊屠宰后立即采集瘤胃液 20 mL，采集后立即测定 pH；然后用 4 层纱布过滤，-20 ℃冷冻保存，用于后期测定氨态氮（NH_3-N）浓度。

1.3 测定指标和方法

1.3.1 生长性能测定

饲养试验正试期每天记录羊只的采食量，试验开始和结束分别对山羊进行空腹称重，作为始重（IBW）和末重（FBW），用来计算 ADG、平均净增重（ANG）和料重比（F/G）。

1.3.2 血清指标的测定

用 Vital Scientific 的临床化学分析仪测定生化指标：总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、胆固醇（Chol）、尿素氮（UN）、葡萄糖（Glu）含量，试剂盒由南京建成生物工程研究所提供。利用放射免疫法测定激素指标：生长激素（GH）、胰岛素样生长因子I（IGF-I）、三碘甲状腺原氨酸（T3）、甲状腺素（T4）、胰岛素（insulin），实验使用仪器包括酶标仪 DNM-9602 普朗、恒温箱 DH3600A 通利信达以及酶联免疫分析（ELISA）试剂盒均由卡迈舒（上海）生物科技有限公司提供。

1.3.3 瘤胃液 pH 及 NH_3-N 的测定

用 HANNA（HI 8424）酸度计测定瘤胃液 pH。采用酚-次氯酸比色法（722 型分光光度计）测定瘤胃液 NH_3-N 的浓度[3]。

1.3.4 屠宰性能测定

饲养试验结束后，每组选取 4 只羊进行屠宰，屠宰前 24 h 停止喂料，宰前 2 h 停止喂水，按照参考文献[4]的方法分割胴体并称取各部分重量，测定屠宰率、GR 值。

1.3.5 常规肉品质指标的测定

参照 NY/T 822-2004《种猪生产性能测定规程》以及 NY/T 821-2004《猪肌肉品质测定技术规范》，依次测定屠宰后 pH、储藏 24 h 的 pH($pH_{24\,h}$)、失水率、熟肉率、滴水损失、嫩度、眼肌面积。

1.4 试验数据分析

用 Excel 2010 将数据样本进行初步整理，用 SPSS 20.0 软件进行单因子方差（one-way ANOVA）分析，结果以平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 白酒糟添加比例对山羊生长性能的影响

由表2可知，4组山羊的IBW和FBW差异均不显著（P>0.05），15%组表现出了最佳的ADG、ANG和F/G，且ADG、ANG显著高于25%组（P<0.05），F/G显著低于25%组（P<0.05）。

表2 白酒糟添加比例对山羊生长性能的影响

Table 2 Effects of distillers' grains supplemental proportion on performance of goats

项目	白酒糟添加比例 Distillers' grains supplemental proportion/%			
Items	0	8	15	25

初重 IBW/kg	22.70±1.61	20.86±1.44	22.00±1.44	21.68±1.09
末重 FBW/kg	31.65±2.12	29.92±0.41	32.15±1.95	29.08±1.87
平均净增重 ANG/kg	8.95±1.85^{ab}	9.06±2.14^{ab}	10.15±2.16^{a}	7.40±1.70^{b}
平均日增重 ADG/g	124.00±28.08^{ab}	138.00±11.35^{ab}	143.75±30.04^{a}	98.60±28.16^{b}
料重比 F/G	7.93^{ab}	7.72^{ab}	6.35^{b}	8.45^{a}

同行数据肩标相同或无字母表示差异不显著（*P*>0.05），不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05）。下表同。

In the same row, values with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05).The same as below.

2.2 白酒糟添加比例对山羊血清指标的影响

由表3可知，各组山羊血清TP、ALB、Glu和UN含量差异均不显著（*P*>0.05）；8%和15%组的血清Chol含量均显著高于对照组和25%组（*P*<0.05），且2组之间差异不显著（*P*>0.05）。

表3 白酒糟添加比例对山羊血清生化指标的影响

Table 3 Effects of distillers' grains supplemental proportion on serum biochemical indices of goats

项目	白酒糟添加比例 Distillers' grains supplemental proportion/%			
Items	0	8	15	25
总蛋白 TP/（g/L）	69.34±5.28	67.06±6.52	73.47±4.91	67.02±4.82
白蛋白 ALB/（g/L）	29.76±2.02	30.51±2.58	33.20±2.42	28.91±1.48
胆固醇 Chol/（mmol/L）	1.57±0.19^{b}	1.85±0.18^{a}	1.91±0.11^{a}	1.58±0.22^{b}
葡萄糖 Glu/（mmol/L）	1.47±0.12	1.31±0.20	1.46±0.13	1.27±0.11
尿素氮 UN/（mmol/L）	4.19±0.62	3.76±0.48	3.80±0.60	4.14±0.29

由表 4 可知，添加白酒糟后山羊血清 GH、IGF-I、insulin、T3、T4 含量都有所升高。其中，8%、15%组的 GH 含量与对照组和 25%组差异显著（*P*<0.05），且 2 组间差异不显著（*P*>0.05）；试验组的 IGF-I、insulin、T3、T4 含量与对照组差异均显著（*P*<0.05）；8%组的 IGF-I、T3 和 T4 含量显著低于 15%组（*P*<0.05），而 insulin 含量差异不显著（*P*>0.05）；15%组的 IGF-I、insulin 和 T4 含量显著高于 25%组（*P*<0.05），而 T3 含量差异不显著（*P*>0.05）。

表 4 白酒糟添加比例对山羊血清激素指标的影响

Table 4 Effects of distillers' grains supplemental proportion on serum hormone indices of goats

项目	白酒糟添加比例 Distillers' grains supplemental proportion/%			
Items	0	8	15	25
生长激素 GH/（ng/mL）	0.44±0.04^{b}	0.69±0.02^{a}	0.72±0.03^{a}	0.49±0.06^{b}
胰岛素样生长因子Ⅰ IGF-Ⅰ/（ng/mL）	6.22±0.74^{c}	7.98±1.14^{b}	8.48±0.53^{a}	7.75±1.47^{b}
胰岛素 Insulin/（mIU/L）	12.85±1.01^{c}	16.43±0.91^{a}	16.81±1.86^{a}	14.97±3.97^{b}
三碘甲状腺原氨酸 T3/（ng/L）	37.57±4.28^{c}	47.56±4.43^{b}	56.04±2.31^{a}	52.30±2.21^{a}

甲状腺素 T4/（ng/L）	17.08±1.26[c]	25.87±1.06[b]	27.23±0.14[a]	24.43±1.10[b]

2.3　白酒糟添加比例对山羊屠宰性能和肉品质的影响

由表 5 可知，15%组的胴体重、睾丸重、肺脏重、肝脏重显著高于对照组和 25%组（P<0.05）。

表 5　白酒糟添加比例对山羊屠宰性能的影响

Table 5　Effects of distillers' grains supplemental proportion on slaughter performance of goats

项目 Items	白酒糟添加比例 Distillers' grains supplemental proportion/% 0	15	25
胴体重 Carcass weight/kg	14.76±0.76[b]	16.11±0.71[a]	15.20±1.21[b]
屠宰率 Dressing rate/%	47.66±0.93	49.79±1.26	51.42±0.51
GR 值 GR value/mm	9.95±0.22	9.16±0.33	7.58±0.26
背膘厚 Backfat thickness/mm	1.06±0.14	1.31±0.25	1.01±0.08
睾丸重 Testicles weight/g	198.00±24.99[b]	242.30±30.05[a]	210.50±53.50[b]
肺脏重 Lung weight/g	365.70±48.40[b]	429.00±63.5[a]	373.50±22.87[b]
肝脏重 Liver weight/g	579.00±64.84[b]	604.50±85.95[a]	538.30±75.48[b]

由表 6 可知，各试验组的肌肉 pH 及 $pH_{24\ h}$ 均无显著差异（P>0.05）；各试验组羊肉的失水率和熟肉率无显著差异（P>0.05）。15%组的嫩度略小于对照组，说明肌肉较为细嫩，但差异不显著（P>0.05）。

表 6　白酒糟添加比例对山羊肉品质的影响

Table 6　Effects of distillers' grains supplemental proportion on meat quality of goats

项目 Items	白酒糟添加比例 Distillers' grains supplemental proportion/% 0	15	25
pH	6.80±0.36	6.43±0.55	6.87±0.31
$pH_{24\ h}$	5.81±0.21	5.76±0.29	5.58±0.13
失水率 Water loss/%	11.11±5.14	10.39±2.89	10.89±2.71
熟肉率 Cooked meat rate/%	53.93±3.18	54.71±0.76	53.59±3.91
滴水损失 Drip loss/%	4.56±2.25	4.74±1.55	6.53±3.38
嫩度 Tenderness/N	53.21±1.16	50.96±2.16	56.94±1.86
眼肌面积 Eye muscle area/cm²	13.52±1.75	14.58±1.12	14.35±1.93

2.4　白酒糟添加比例对山羊胃肠道发育和瘤胃发酵的影响

由表 7 可知，15%、25%组的瘤胃重、小肠重、大肠长、瘤胃液 pH 与对照组差异不显著（P>0.05）；而 15%组的皱胃重、瓣胃重显著高于对照组和 25%组（P<0.05）；15%组网胃重显著高于 25%组（P<0.05）；15%、25%组的瘤胃液 NH_3-N 浓度显著高于对照组（P<0.05），但 15%、25%组间无显著差异（P>0.05）。

表 7　白酒糟添加比例对山羊胃肠道发育和瘤胃发酵的影响

Table 7　Effects of distillers' grains supplemental proportion on gastrointestinal tract development and rumen

fermentation of goats

项目 Items	白酒糟添加比例 Distillers' grains supplemental proportion/% 0	15	25
瘤胃重 Rumen weight/g	508.50±43.35	465.50±100.81	436.30±67.50
网胃重 Reticulum weight/g	97.00±11.11^{ab}	166.50±76.73^{a}	83.20±6.65^{b}
瓣胃重 Omasum/g	98.50±2.52^{b}	111.00±16.83^{a}	91.00±13.95^{b}
皱胃重 Abomasum/g	209.30±22.20^{b}	255.50±120.49^{a}	210.80±38.4^{b}
小肠重 Small intestine/g	590.00±40.93	559.30±58.60	517.70±55.41
大肠重 Large intestine/g	501.70±11.06^{b}	519.00±6.24^{b}	561.00±27.78^{a}
小肠长 Small intestine length/m	21.51±3.53	23.11±0.38	19.44±1.75
瘤胃液 pH Rumen fluid pH	6.71±0.19	6.54±0.18	6.35±0.17
瘤胃液氨态氮 Rumen fluid NH_3-N/（mg/dL）	14.31±3.70^{b}	21.69±1.08^{a}	20.90±4.22^{a}

3 讨 论

3.1 白酒糟添加比例对山羊生产性能的影响

白酒糟价格低廉、来源广泛、营养价值较高，它的饲料化应用，不仅能有效提高动物的采食量，还能缓解饲料资源紧张和节约养殖成本。Charles等[5]发现，饲粮中添加小麦酒糟能有效提高羔羊的采食量。本试验中，8%、15%组的采食量高于对照组和25%组，且生长速度加快。其中，15%组生长速度最快，ADG高出对照组15.93%，ANG高出对照组13.41%和25%组37.16%。虽然白酒糟粗纤维含量较高，但其CP、无氮浸出物（NFE）、EE含量丰富，可以替代部分精料[6]。张兴会等[7]应用酒糟育肥肉牛可减少消耗精料20%左右，降低30%左右的成本。对于本试验，每只羔羊购买时的成本为550元，如果按每千克羊肉价格为26元计算，每只羊盈利=单价×末重—（试验初始每只羊平均成本+试验阶段育肥羊饲料成本），白酒糟添加比例为0、8%、15%、25%的经济效益依为119.59、79.79、151.82、79.17元。因此，15%组的F/G最低和经济效益最好，经济效益高出对照组26.95%。这与杨鹰等[8]用高粱酒糟饲喂羯羊可提高日增重和收益的报道类似。但是，25%组山羊的ADG、ANG显著低于对照组和15%组，生长速度变慢，这说明白酒糟在山羊育肥中的添加量不宜过高。

3.2 白酒糟添加比例对山羊血清指标的影响

血清蛋白质含量是机体蛋白合成代谢的一项重要指标，在一定程度上反映了饲粮中蛋白质营养水平和动物的生理及生长发育状况[9]。本试验中，各试验组的血清TP、ALB含量均高于对照组，但无显著差异。其中，15%组的TP和ALB含量最高，山羊对饲料蛋白质消化吸收效

率最好，生长速度最快。与杨彬彬等[10]添加白酒糟可以增加山羊血清TP含量，有利于对蛋白质的消化吸收的结果一致。Glu含量是机体对糖吸收、运转和代谢的动态平衡的反映，是体内各组织细胞活动所需能量的直接来源。各试验组Glu含量与对照组无显著差异，说明利用白酒糟替代部分豆秸之后，山羊的能量代谢不会受到影响。血清Chol含量可以反映机体脂肪合成和分解情况。15%组的血清Chol含量最高，说明该组山羊脂代谢最旺盛。血清UN含量是动物体蛋白质代谢产生的废物，其含量代表了蛋白质代谢和氨基酸代谢情况[11]。各试验组血清UN含量与对照组均无显著差异。其中，25%组的血清UN含量高于8%、15%组，说明随着白酒糟比例的增加，山羊的蛋白质代谢增强。与Gurung等[12]当干酒糟添加比例达到31%时对羔羊血浆UN含量无显著影响的结果一致。

影响动物生长的因素有很多，神经内分泌对动物的生长起着至关重要的作用，其中直接影响动物生长的激素有 GH、insulin、T3、T4 和 IGF-I，并且这些激素可以相互调控或协同起作用，从而保障了动物的正常生长发育。大量研究表明，血清 GH 含量与动物个体发育水平呈正相关，能促进除神经组织以外的所有其他组织的生长[13-14]。IGF-I主要通过促进动物体内 CP 合成、Glu 和氨基酸转运及 insulin 样作用来发挥促生长作用，它的作用主要受 GH 含量的影响。本试验中，添加白酒糟一定程度上能提高山羊血清 GH、IGF-I、insulin、T3、T4 的含量。其中，15%组血清 GH、IGF-I含量最高，且显著高于对照组和 25%组，说明伴随着 GH、IGF-I 含量的增加，促进了山羊体内 CP 合成和骨骼发育，提高了动物的生长速度，加快了饲料转化效率。insulin 主要通过调节动物体 Glu 含量，促进机体合成代谢，还可以调节肝脏中的 GH 受体，从而影响动物的生长发育。T3、T4 与 GH 有协同作用，当机体缺乏甲状腺激素时 GH 不能发挥对动物的促生长作用[15]。各试验组的血清 insulin、T3、T4 含量显著高于对照组。其中，15%组最高，说明激素之间相互作用，促进机体合成代谢加强，从而促进动物生长。

3.3 白酒糟添加比例对山羊屠宰性能及肉品质的影响

屠宰性能是动物生产性能的一项重要指标。本试验中，15%组的胴体重、睾丸重、肺脏重、肝脏重显著大于对照组和 25%组，而其他内脏器官重各组间均无显著差异，说明 15%组山羊的饲料利用率更高，吸收更好。pH 是影响肉品质的一项重要指标。研究表明，肉的许多质量性状都与 pH 有着密切的关系，如对肉色、肉的嫩度[16]、肉的失水率等。本试验利用白酒糟育

肥对山羊肉的 pH 及 $pH_{24\,h}$ 无显著的影响。失水率也是肉品质的重要指标之一，肉的营养、肉色、风味、多汁性等食用品质与失水率密切相关。各组之间的失水率均无显著差异，说明白酒糟育肥对羊肉的保水性能和嫩度无显著影响。熟肉率是度量蒸煮损失的一项指标，肉的蒸煮损失越大，熟肉率就越低，并且与系水力紧密相关。各组之间的熟肉率均无显著差异，系水力不会低于对照组，对肉加工后的产量无显著影响。

3.4 白酒糟添加比例对山羊胃肠道发育和瘤胃发酵的影响

瘤胃作为反刍动物特有的消化器官，其体内进行连续复杂的发酵过程，而瘤胃又是一个处于不断变化的动态平衡反应体系。研究表明，饲粮中添加玉米干酒糟可以有效改善瘤胃内环境和瘤胃发酵状况[17]。本试验中，15%组的网胃、瓣胃、皱胃的重量都显著高于对照组和25%组，而瘤胃重、小肠重差异不显著。按白酒糟添加比例 0（对照组）、15%、25%，瘤胃分别占整个胃室重的 55.68%、46.67%、53.12%，小肠长度大于对照组和 25%组但差异不显著，说明饲粮中添加白酒糟可以促进山羊的胃肠道发育，但并不明显。瘤胃液 pH 是反映瘤胃发酵状况的基本指标，试验组的瘤胃液 pH 与对照组差异不显著，且随着白酒糟比例的增加，瘤胃液 pH 降低，说明瘤胃微生物发酵加强，有机酸增多，pH 下降。NH_3-N 是饲料和内源性蛋白质、非蛋白氮分解的终产物，同时在有碳链和能量的情况下，又是瘤胃微生物合成 CP 的原料。饲粮 CP 含量对于瘤胃液 NH_3-N 浓度是一个极重要的影响因素，CP 在瘤胃中降解可以产生氨（NH_3），微生物可以利用 NH_3 合成 CP，这个可以保证 NH_3 的浓度不会太高，但是当 CP 分解和碳水化合物分解不能匹配时，微生物无法利用 NH_3 合成菌体蛋白，造成瘤胃 NH_3-N 浓度升高。本试验中，各试验组的 NH_3-N 浓度显著高于对照组，说明添加白酒糟后山羊瘤胃微生物利用 NH_3 合成菌体蛋白的能力下降，这可能是因为白酒糟的添加影响了瘤胃微生物的数量或者活性，具体原因还需要进一步考证。

4 结　论

① 肉羊饲粮中添加 15%白酒糟，山羊的生产性能最好。其中平均净增重、ADG 最高，料重比最低，节约养殖成本，达到最佳经济效益。

② 肉羊饲粮中添加 15%白酒糟，血清 Chol 含量均显著高于饲粮中未添加和添加 25%白酒糟，血清 GH、IGF-Ⅰ、insulin、T3、T4 含量最高，生长最快。

③ 肉羊饲粮中添加 15%白酒糟，胴体重、睾丸重、肺脏重、肝脏重显著高于饲粮中未添加和添加 25%白酒糟，嫩度略小，肌肉较为细嫩。

④ 肉羊饲粮中添加 15%白酒糟皱胃、瓣胃重显著高于饲粮中未添加和添加 25%白酒糟，瘤胃液 NH_3-N 浓度显著高于饲粮中未添加白酒糟。

参考文献：

[1] 谢晓红,郭志强,杨奉珠,等.白酒糟对肉兔生产性能和肉质的影响[J].中国畜牧杂志,2012,48(17):51–54.

[2] 王肇颖,肖敏.白酒酒糟的综合利用及其发展前景[J].酿酒科技,2004(1):65–67,64.

[3] BRODERICK G A,KANG J H.Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media[J].Journal of Dairy Science,1980,63(1):64–75.

[4] 韩卫杰.肉用绵羊杂交组合筛选及胴体分割方法的研究[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2005.

[5] CHARLES E K R,JONAS E,CHAVES A V.Diet preference of lambs offered a choice of concentrate diets containing different proportions of wheat dried distiller’s grain with solubles[J].Small Ruminant Research,2012,108(1/2/3):67–72.

[6] 余群莲,王之盛,万发春,等.白酒糟在节粮型肉牛业中的开发利用潜力[J].中国畜牧杂志,2010,46(10):58–61.

[7] 张兴会,刘庆权.不同比例白酒糟及营养水平对肉牛育肥效果试验[J].现代畜牧兽医,2008(11):25–27.

[8] 杨鹰,韦雷飞,邹宇恒.酒糟在攀枝花山羊育肥生产中的应用[J].四川畜牧兽医,2009,36(12):32,35.

[9] 严念东,李绍章,魏金涛,等.益生菌发酵饲料对生长育肥猪生长性能及部分血液生化指标的影响[J].饲料工业,2010,31(3):30–32.

[10] 杨彬彬.精料补饲对早期断奶羔羊生产性能和复胃发育的影响[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2010.

[11] MALMLOF K.Amino acid in farm animal nutrition metabolism,partition and consequences of imbalance[J].Swidish Journal of Agriculture Research,1988,18(4):191–193.

[12] GURUNG N K,SOLAIMAN S G,RANKINS D L,et al.The effects of distillers dried grains with solubles on feed intake,growth performance,gain efficiency and carcass quality of growing Kiko×Spanish male goats[J].Journal of Animal and Veterinary Advances,2009,8(10):2087–2093.

[13] DAVIS S L.Recent concepts in regulation of growth by GH and IGF[J].Journal of Animal Science,1988,66(Suppl.3):84–97.

[14] 宋增廷.谷胱甘肽对肉羊瘤胃发酵、生长及肉质调控作用的研究[D].硕士学位论文.大庆:黑龙江八一农垦大学,2008.

[15] REISS K,CHENG W,KAJSTURA J,et al.Fibroblast proliferation during myocardial development in rats is regulated by IGF-Ⅰ receptors[J].The American Journal of Physiology,1995,269(3 Pt 2):H943–H951.

[16] WATANABE A,DALY C C,DEVINE C E.The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing[J].Meat Science,1996,42(1):67–78.

[17] COZZI G,POLAN C E.Corn gluten meal or dried brewers grains as partial replacement for soybean meal in the diet of Holstein cows[J].Journal of Dairy Science,1994,77(3):825–834.

Effects of Different Proportion of Distillers' Grains on Performance, Serum Indices and Rumen Fermentation of Goats

JI Yu WANG Ruocheng WANG Feng NIE Haitao MA Tiewei SUN Lingwei WANG Ziyu*

(1. *Jiangsu Engineering Technology Research Center of Mutton Sheep & Goat Industry, Nanjing* 210095, *China*; 2. *Research & Development Center of Haimen Goats, Nanjing Agricultural University, Haimen* 226121, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to use different proportions of distillers' grains to equivalently replace beanstalk, so as to determine the optimal supplemental level of distillers' grains

*Corresponding author, instructor, E-mail: wangziyu@njau.edu.cn (责任编辑 王智航)

in diets of growing goats. Thirty two four-month-old goats [(21.56±1.21) kg] were randomly assigned to 4 groups (n=8). Beanstalk in total mixed rations of 4 groups were equivalently replaced by distillers' grains at 0 (control), 8%, 15% and 25%, respectively. Goats were slaughtered after feeding for 90 d to determine the indices of performance, serum indices, slaughter performance, meat quality and rumen fermentation. The results showed as follows: 15% group had the highest average net gain and average daily gain, the best economic benefit and the lowest feed/gain, which were significantly higher than those in control group (P<0.05). Serum cholesterol content in 8% and 15% groups was significantly higher than that in control group and 25% group (P<0.05). Serum growth hormone, insulin-like growth factor I, insulin and thyroxine contents in 15% group were significantly higher than those in control group and 25% group (P<0.05). The weights of carcass, testicles, lung, liver, omasum and abomasum in 15% group were significantly higher than those in control group and 25% group (P<0.05). There were no significant differences in pH, pH_{24}, water loss rate and cooked meat rate of muscle, as well as rumen weight and rumen fluid pH among groups (P>0.05). Rumen fluid ammonia nitrogen concentration in 15% and 25% groups were significantly higher than those in control group (P<0.05), but there was no significant differences among the two experimental groups (P>0.05). In general, diet supplemented with 15% distillers' grains has the best effects for goats during the period of growing.

Key words: goats; distillers' grains; performance; serum indices; rumen fermentation